



# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **90115029.2**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F25B 49/02, F25B 5/02, G05D 23/20**

22 Anmeldetag: **04.08.90**

30 Priorität: **08.08.89 DE 3926191**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.02.91 Patentblatt 91/07**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI NL SE**

71 Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft  
Abraham-Lincoln-Strasse 21  
D-6200 Wiesbaden(DE)**

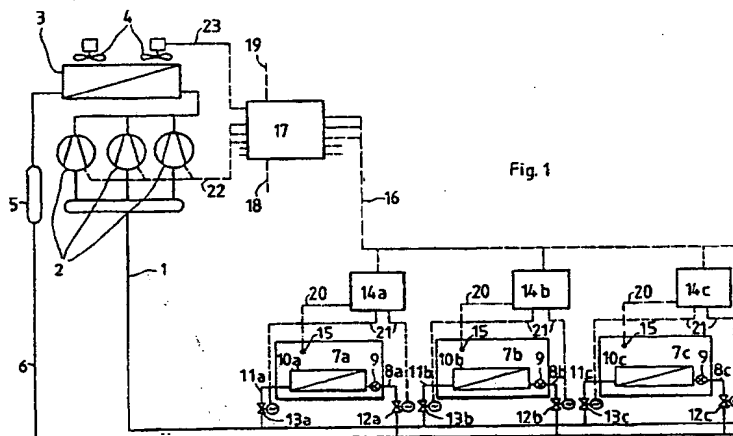
72 Erfinder: **Böckmann, Gerd, Dipl.-Ing.  
Kostheimer Landstrasse 17  
D-6502 Mainz-Kostheim(DE)  
Erfinder: Fischer, Peter, Dipl.-Ing.  
Panoramastrasse 49  
D-6200 Wiesbaden(DE)**

74 Vertreter: **Schaefer, Gerhard, Dr.  
Linde Aktiengesellschaft Zentrale  
Patentabteilung  
D-8023 Höllriegelskreuth(DE)**

## 54 Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage.

57 Es wird ein Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage beschrieben, die mehrere Kälteverbraucher (7a, 7b, 7c) versorgt. Ein Kältemittel wird in einem Kreislauf verdichtet (2), verflüssigt (3), in den verschiedenen Kälteverbrauchern (7a, 7b, 7c) entspannt (9) und verdampft (10) und anschließend wieder in den Kreislauf zurückgeführt (11a, 11b, 11c; 1). Bei

dem Verfahren wird die Leistung der Kälteanlage gesteuert. Erfindungsgemäß wird der momentane Kältebedarf der einzelnen Kälteverbraucher (7a, 7b, 7c) ermittelt und die Leistung der Kälteanlage in Abhängigkeit von der Gesamtheit der ermittelten Kältebedarfswerte eingestellt wird.



EP 0 412 474 A2

## VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER KÄLTEANLAGE

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage, in welcher ein Kältemittel verdichtet, verflüssigt, verschiedenen Kälteverbrauchern zugeleitet, dort entspannt und verdampft wird und anschließend wieder zum Verdichten zurückgeführt wird, wobei bei dem Verfahren die Leistung der Kälteanlage gesteuert wird. Außerdem ist eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens Gegenstand der Erfindung.

Derartige Kälteanlagen, auch als Verbundkälteanlagen bezeichnet, werden überall dort eingesetzt, wo mehrere Geräte an verschiedenen Stellen und/oder bei verschiedenen Temperaturen mit Kälte versorgt werden müssen. Beispielsweise sind in einem Supermarkt mehrere Kühl- und Tiefkühlmöbel sowie etwa zusätzlich ein Kühlraum als Kälteverbraucher an eine solche Anlage angeschlossen. Die Kälteanlage liefert jedem Kälteverbraucher unter Druck stehendes, verflüssigtes Kältemittel an. Dieses wird bei den jeweiligen Kälteverbrauchern entspannt und im indirekten Wärmeaustausch mit Kühlluft, welche anschließend in den zu kühlenden Raum eingeleitet wird, verdampft. Das verdampfte und unter niedrigem Druck stehende Kältemittel wird in den Kreislauf der Kälteanlage zurückgeführt. Im allgemeinen wird durch eine individuelle Regelung der Temperatur im zu kühlenden Raum jedes Kälteverbrauchers die momentan am Verdampfer abgegebene Kälteleistung gesteuert. Ein Verfahren für eine derartige Regelung ist beispielsweise Gegenstand einer gleichzeitig mit der vorliegenden Anmeldung eingereichten Patentanmeldung (internes Aktenzeichen K 89/69).

Aus wirtschaftlichen Gründen ist es außerdem notwendig, die gesamte Kälteleistung der Verbundanlage durch eine Regelung zu begrenzen, um Energie einzusparen. Dabei wird die Leistung beim Verdichten und/oder beim Verflüssigen verringert, indem einzelne der parallel arbeitenden Verdichter oder Verflüssigerventilatoren abgeschaltet bzw. in ihrer Drehzahl reduziert werden. Als Regelgröße wird bei den bisher bekannten Verfahren der Saugdruck, d.h. der Druck des gasförmigen Kältemittels vor dem Verdichten, verwendet. Diese Größe ist zwar sehr einfach zu ermitteln, jedoch ist die bekannte Art der Regelung ist recht grob und unempfindlich. Die Kälteleistung der Anlage muß daher aus Sicherheitsgründen relativ hoch gewählt werden, um eine Unterversorgung der Kälteverbraucher und eine damit verbundene Verderbnis von Frischware auszuschließen. Die mit dem vorbekannten Verfahren erreichbare Erhöhung der Wirtschaftlichkeit ist somit nicht zufriedenstellend.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs ge-

nannten Art zu entwickeln, welches wirtschaftlich besonders günstig arbeitet, indem die von der Kälteanlage verbrauchte Energie möglichst gering gehalten wird.

5 Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der momentane Kältebedarf der einzelnen Kälteverbraucher ermittelt und die Leistung der Kälteanlage in Abhängigkeit von der Gesamtheit der ermittelten Kältebedarfswerte eingestellt wird.

10 Die Regelkreisläufe der einzelnen Kälteverbraucher steuern eine Stellgröße, beispielsweise den Durchsatz an Kältemittel durch den Verdampfer, in Abhängigkeit von einer Regelgröße, im allgemeinen der momentanen Temperatur im zu kühlenden Raum des jeweiligen Kälteverbrauchers (Innenraumtemperatur). Diese Stellgröße ist ein sehr direktes Maß für den momentanen Kältebedarf des Kälteverbrauchers. Erfindungsgemäß werden nun die Regelkreisläufe der einzelnen Kälteverbraucher mit demjenigen der Verbundkälteanlage gekoppelt und die momentanen Kältebedarfswerte der einzelnen Kälteverbraucher an die Verbundregelung weitergeleitet. Die Gesamtheit der Kältebedarfswerte stellt dann eine sehr realistische und auch praktisch handzuhabende Regelgröße für die Steuerung der Leistung der Kälteanlage dar.

25 Vorzugsweise wird die Leistung der Kälteanlage im wesentlichen proportional zum arithmetischen Mittel der ermittelten Kältebedarfswerte aller der Kälteanlage angeschlossenen Kälteverbraucher eingestellt. Bei der Mittelung können die Werte der einzelnen Kälteverbraucher bei Bedarf mit Gewichten versehen werden.

30 Als besonders günstig hat sich dabei erwiesen, wenn bei jedem Kälteverbraucher die Temperatur in dem zu kühlenden Raum durch Steuerung einer Stellgröße geregelt wird und der momentane Wert dieser Stellgröße als Maß für den Kältebedarf des jeweiligen Kälteverbrauchers dient. Als Stellgröße wird vorzugsweise der Durchsatz von Kältemittel durch den Verdampfer des jeweiligen Kälteverbrauchers verwendet.

35 Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfaßt je einen mikroprozessorgesteuerten Kälteverbraucherregler pro Kälteverbraucher, der mit einem Temperaturmeßeingang und einem Steuerausgang und außerdem mit einer Datenleitung verbunden ist, sowie einen mikroprozessorgesteuerten Verbundregler, der ebenfalls mit der Datenleitung verbunden ist und außerdem Steuerausgänge aufweist, welche zu den Aggregaten der Kälteanlage, beispielsweise zu Verdichtern und/oder Verflüssigerventilatoren führen.

Die Erfindung und weitere Einzelheiten der Erfindung werden im folgenden anhand einer Zeich-

nung und eines Flußdiagrammes näher erläutert. Hierbei zeigen

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kälteanlage mit drei Kälteverbraucher und den zugehörigen Regeleinrichtungen in schematischer Darstellung und

Figur 2 ein Flußdiagramm, welches ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens beschreibt.

Die Kälteanlage weist mehrere parallel geschaltete Verdichter 2 auf, welche Kältemittel aus einer Verbundsaugleitung 1 ansaugen. Die Anzahl von Verdichtern beträgt im allgemeinen 2 bis 10, vorzugsweise 2 bis 8. Das verdichtete Kältemittel wird zu einem Verflüssiger 3 geführt, in welchem es in indirektem Wärmeaustausch mit Luft kondensiert wird. Der Verflüssiger steht im allgemeinen im Freien. Seine Außenflächen werden von Verflüssigerventilatoren 4 mit Außenluft beaufschlagt. Das zum größten Teil verflüssigte Kältemittel wird in einem Sammler 5 eingeleitet, von dem aus nur der flüssige Anteil in die Verbundflüssigkeitsleitung 6 gelangt, welche das flüssige und unter Druck stehende Kältemittel zu den Kälteverbrauchern 7a, 7b, 7c führt.

Die Anzahl der angeschlossenen Kälteverbraucher 7a, 7b, 7c ist im Prinzip unbegrenzt; die maximale Kälteleistung der Verbundanlage muß selbstverständlich entsprechend ausgelegt sein.

Flüssiges Kältemittel wird über individuelle Flüssigkeitsleitungen 8a, 8b, 8c jedem Kälteverbraucher 7a, 7b, 7c getrennt zugeführt. Dort wird es jeweils einem Expansionsventil 9 entspannt, in einen Verdampfer 10 eingeleitet und dort gegen über die Außenflächen des Verdampfers 10 geleitete Kühlluft verdampft. Die Kühlluftführung innerhalb der Kälteverbraucher 7a, 7b, 7c ist in Figur 1 der Einfachheit halber nicht dargestellt. Entspanntes und verdampftes Kältemittel wird über die einzelnen Saugleitungen 11a, 11b, 11c in die Verbundsaugleitung 1 eingeführt und damit in den Kältemittelkreislauf zurückgeleitet.

Für die individuelle Steuerung der Kälteleistung bei jedem Kälteverbraucher 7a, 7b, 7c wird im allgemeinen der Durchsatz an Kältemittel durch den Verdampfer 10 oder der Druckunterschied beim Entspannen 9 eingestellt. Im Beispiel der Figur 1 wird der Durchsatz an Kältemittel gesteuert. Grundsätzlich reicht dazu jeweils ein Ventil pro Kälteverbraucher 7a, 7b, 7c aus. Im Beispiel der Figur 1 ist sowohl für jede Flüssigkeitsleitung 8a, 8b, 8c als auch für jede Saugleitung 11a, 11b, 11c jeweils ein Magnetventil 12 bzw. 13 vorgesehen. Die Ventile werden durch je einen individuellen mikroprozessorgesteuerten Kälteverbraucherregler 14a, 14b, 14c in Abhängigkeit von der jeweiligen Innenraumtemperatur (Temperaturfühler 15) eingestellt (siehe oben erwähnte Patentanmeldung K

89/69).

Ein ebenfalls mikroprozessorgesteuerter Verbundregler 17 steuert die Verdichter 2 und im vorliegenden Beispiel einen der beiden Verflüssigerventilatoren 4. Erfindungsgemäß sind die Kälteverbraucherregler 14a, 14b, 14c der einzelnen Kälteverbraucher 7a, 7b, 7c über eine Datenleitung 16, hier ein gemeinsamer Daten- und Adreßbus, mit dem Verbundregler 17 verbunden.

Der Verbundregler 17 weist bei dem Ausführungsbeispiel weitere Ein- und Ausgänge 18, 19 auf. Leitung 18 stellt eine Sicherheitskette dar, die bei Ausfall eines Aggregates, beispielsweise einer der Verdichter 2, unterbrochen wird. Über Leitung 19 kann gegebenenfalls eine Warnung an das Bedienungspersonal abgegeben werden. Darüber hinaus können sowohl der Verbundregler 17, als auch die Kälteverbraucherregler 14a, 14b, 14c über weitere Datenleitungen mit einem zentralen Überwachungsgerät, beispielsweise einem Rechner, der zusätzliche Aufgaben wie etwa die Steuerung von Beleuchtung oder Heizung erfüllt, verbunden sein.

Ein Beispiel für die praktische Funktionsweise eines Programmes, welches den Verbundregler 17 steuert, ist aus dem Flußdiagramm in Figur 2 ersichtlich. Nach dem Einschalten bzw. Zurücksetzen (Reset) des Gerätes (Schritt 1.1) erfolgt zunächst in Schritt 1.2 die Überprüfung der Konfiguration (zum Beispiel Art und Aufbau der Verbundanlage und der angeschlossenen Kälteverbraucher usw.) und die entsprechende Voreinstellung des Regelgerätes. Außerdem werden dabei interne Vorgänge des Mikroprozessors gestartet, beispielsweise die Zeitmessung und die Initialisierung der Ein-/Ausgabekanäle.

Im folgenden Schritt 1.3 wird eine Voreinstellung bestimmter Parameter durchgeführt. Dies betrifft vor allem die zunächst angenommenen Kältebedarfswerte, für die ja noch keine aktuellen Daten vorliegen. Anschließend tritt das Programm in eine Endlosschleife ein, aus der lediglich ein Ausschalten oder Zurücksetzen des Gerätes herausführt.

Als erster Schritt 2.1 der Schleife werden die aktuellen Regelparameter aus dem EEPROM gelesen. Dabei handelt es sich beispielsweise um die Einstell- und Sollwerte der Kälteanlage oder auch um speziellere Parameter, wie zum Beispiel die Verzögerungszeit zwischen der Anforderung von zusätzlicher Kälteleistung und der Ausgabe von entsprechenden Schaltsignalen an Verdichter bzw. Verflüssigerventilatoren. Im folgenden Schritt 2.2 werden die Tastatur und die digitalen Eingänge abgefragt. Falls über die Tastatur eine Veränderung von Parametern angefordert wird, wird diese in 2.3 vorgenommen. Schritt 2.4 ermöglicht, falls gewünscht, eine Ausgabe von speziell ausgewählten Daten, wie z.B.

- Anzahl der Verdichter und Verflüssigerventilatoren

- alle Arten von Verzögerungszeiten
- Anzahl der angeschlossenen Kälteverbraucher
- bisherige Laufzeit der einzelnen Verdichter
- Anzahl der laufenden Verdichter und Ventilatoren
- von einem Kälteverbraucher übermitteltes Warnsignal

Der Ausgabewunsch wird dem Gerät ebenfalls über die Tastatur mitgeteilt.

Anschließend (2.5) werden die Daten von den Kälteverbraucherreglern abgerufen, vor allem die aktuellen Werte des Kältebedarfs. Zusätzlich können weitere Signale zwischen Verbundregler und Kälteverbraucherreglern ausgetauscht werden, beispielsweise Warnmeldungen bei Störungen, Überlastung oder Unterversorgung. Die Daten werden im Arbeitsspeicher des Verbundreglers zwischengespeichert. In Schritt 2.6 wird aus den aktuellen Kältebedarfswerten der einzelnen Kälteverbraucher ein Mittelwert errechnet, der unter Umständen mit Parametern gewichtet wird, die von Größe und Bedeutung einzelner Kälteverbraucher abhängen.

Die Kälteleistung der Verbundanlage wird nun gemäß diesem Mittelwert eingestellt, also exakt nach den momentanen Anforderungen der Kälteverbraucher. Dies geschieht mit Hilfe der Ausgabe von Steuersignalen an Relais, welche die Verdichter bzw. die Motoren der Verflüssigerventilatoren schalten (2.7). Zur Verfeinerung der Einstellung der Kälteleitung können auch Drehzahlregelungen vorgesehen sein. Die Steuerung der Verdichter erfolgt vorzugsweise im Rahmen einer Grundlastumschaltung, wie sie etwa in der DE-OS 35 43 707 beschrieben ist.

Im letzten Schritt 2.8 vor der Rückkehr zum Schleifenbeginn werden zusätzliche Dienste abgearbeitet, beispielsweise die Ermittlung des Warnzustandes (gegebenenfalls Ausgabe einer Warnung an das Bedienungspersonal, zum Beispiel bei Ausfall eines Aggregates) oder die Überwachung des Reifansatzes am Verflüssiger und der entsprechenden Abtauvorgänge.

## Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage, in welcher ein Kältemittel verdichtet (2), verflüssigt (3), verschiedenen Kälteverbrauchern (7a, 7b, 7c) zugeleitet, dort entspannt (9) und verdampft (10) wird und anschließend wieder zum Verdichten (2) zurückgeführt wird (11a, 11b, 11c; 1), wobei bei dem Verfahren die Leistung der Kälteanlage gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, daß der momentane Kältebedarf der einzelnen Kälteverbraucher (7a, 7b, 7c) ermittelt und die Leistung der Kälteanlage in Abhängigkeit von der Gesamtheit der ermittelten Kältebedarfswerte eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Leistung der Kälteanlage im wesentlichen proportional zum arithmetischen Mittel der ermittelten Kältebedarfswerte aller der Kälteanlage angeschlossenen Kälteverbraucher (7a, 7b, 7c) eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei jedem Kälteverbraucher (7a, 7b, 7c) die Temperatur in dem zu kühlenden Raum durch Steuerung einer Stellgröße geregelt wird und daß der momentane Wert dieser Stellgröße als Maß für den Kältebedarf des jeweiligen Kälteverbrauchers (7a, 7b, 7c) dient.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Volumendurchsatz des bei dem jeweiligen Kälteverbraucher (7a, 7b, 7c) entspannten und verdampften Kältemittels als Maß für den Kältebedarf des jeweiligen Kälteverbrauchers (7a, 7b, 7c) verwendet wird.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch je einen mikroprozessorgesteuerten Kälteverbraucherregler (14a, 14b, 14c) pro Kälteverbraucher (7a, 7b, 7c) der jeweils mit einem Temperaturmeßeingang (20) und einem Steuerausgang (21) und außerdem mit einer Datenleitung (16) verbunden ist, und durch einen mikroprozessorgesteuerten Verbundregler (17), der ebenfalls mit der Datenleitung (16) verbunden ist und außerdem Steuerausgänge (22, 23) aufweist, welche zu den Aggregaten (2, 4) der Kälteanlage führen.

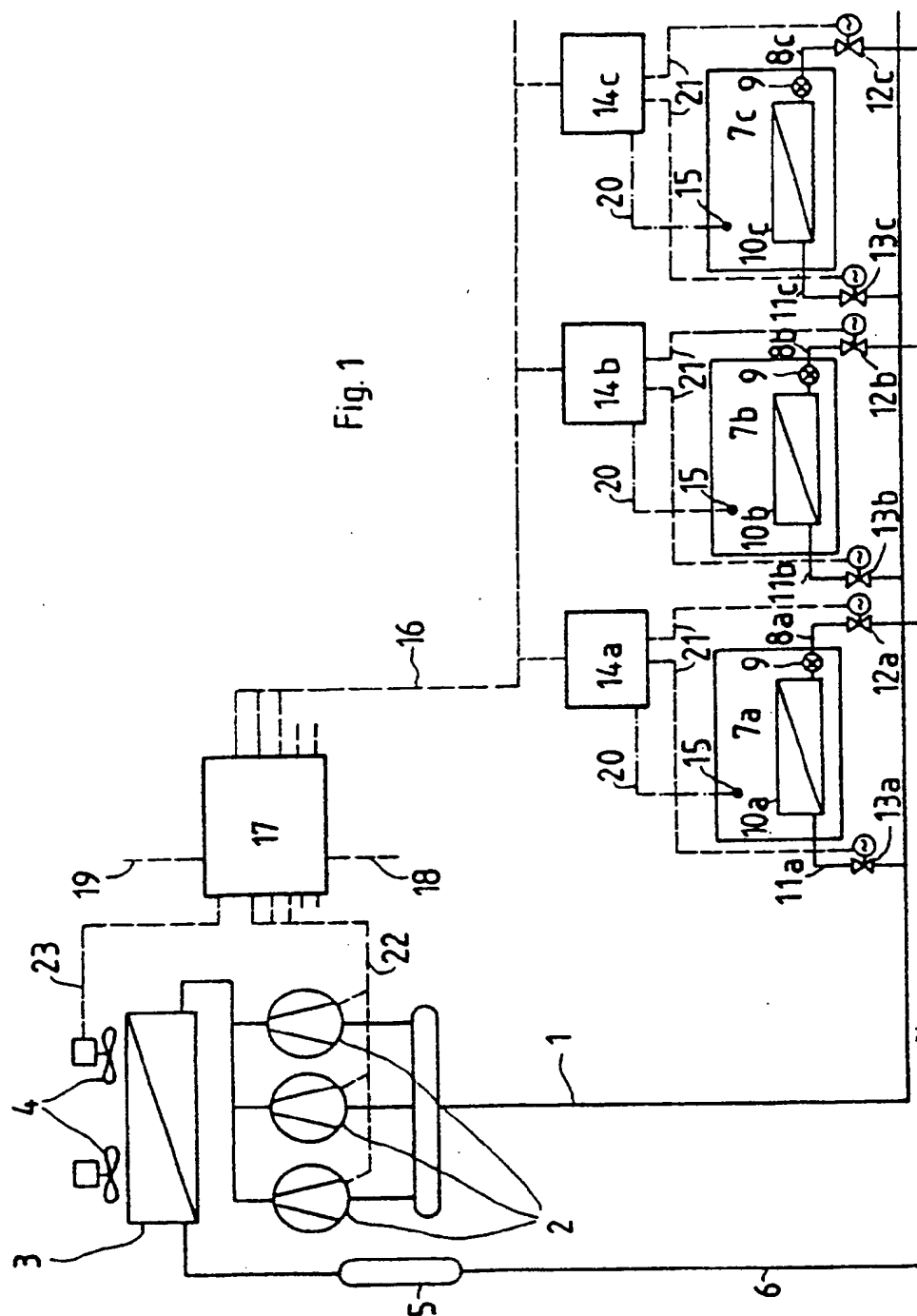


Fig. 1

# BEST AVAILABLE COPY

EP 0 412 474 A2

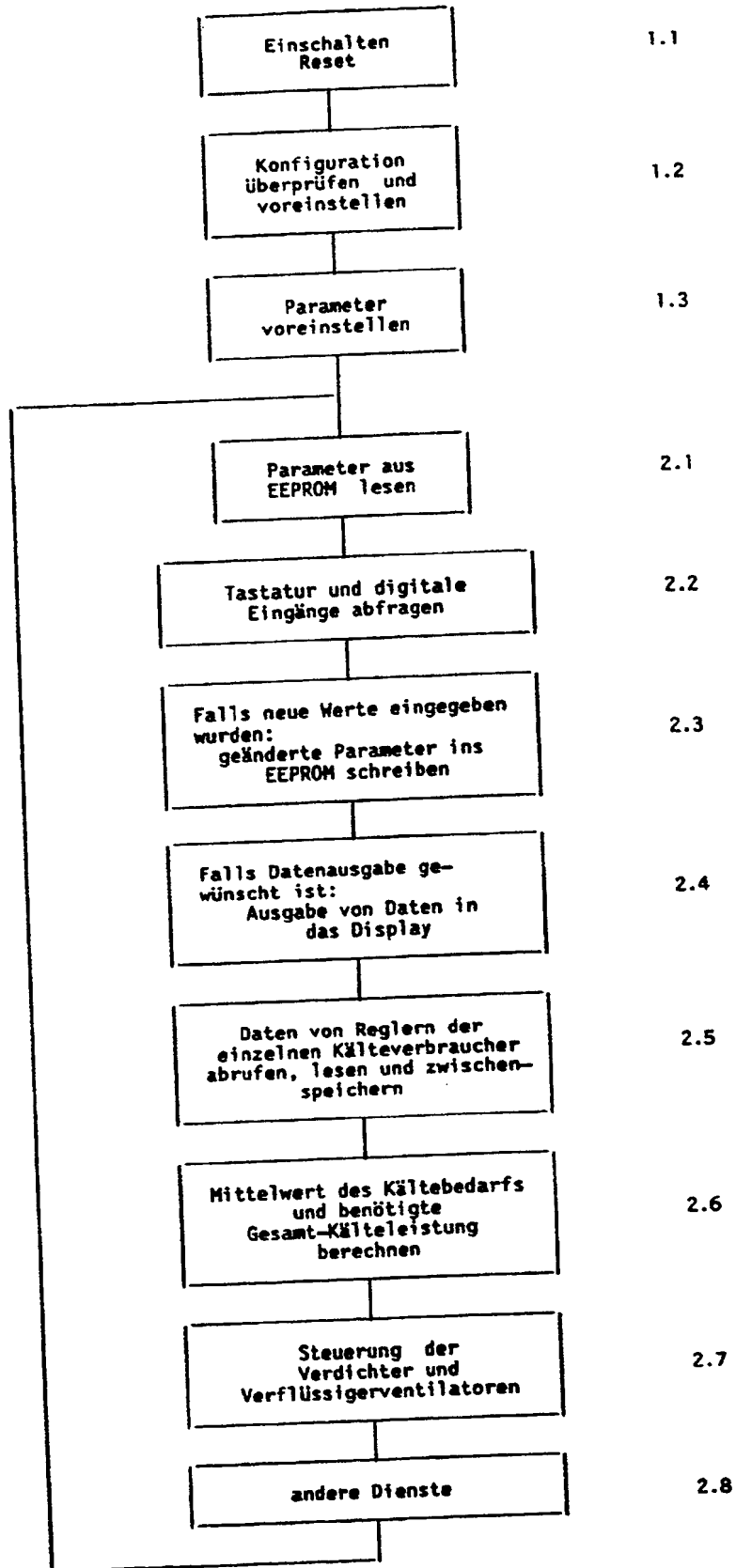


Fig. 2



# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 90115029.2

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F25B 49/02, F25B 5/02, G05D 23/20**

22 Anmeldetag: 04.08.90

30 Priorität: 08.08.89 DE 3926191

W-6200 Wiesbaden(DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
13.02.91 Patentblatt 91/07

72 Erfinder: Böckmann, Gerd, Dipl.-Ing.  
Kostheimer Landstrasse 17  
W-6502 Mainz-Kostheim(DE)  
Erfinder: Fischer, Peter, Dipl.-Ing.  
Panoramastrasse 49  
W-6200 Wiesbaden(DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:  
CH DE FR GB IT LI NL SE

88 Veröffentlichungstag des später veröffentlichten  
Recherchenberichts: 03.07.91 Patentblatt 91/27

74 Vertreter: Schaefer, Gerhard, Dr.  
Linde Aktiengesellschaft Zentrale  
Patentabteilung  
W-8023 Höllriegelskreuth(DE)

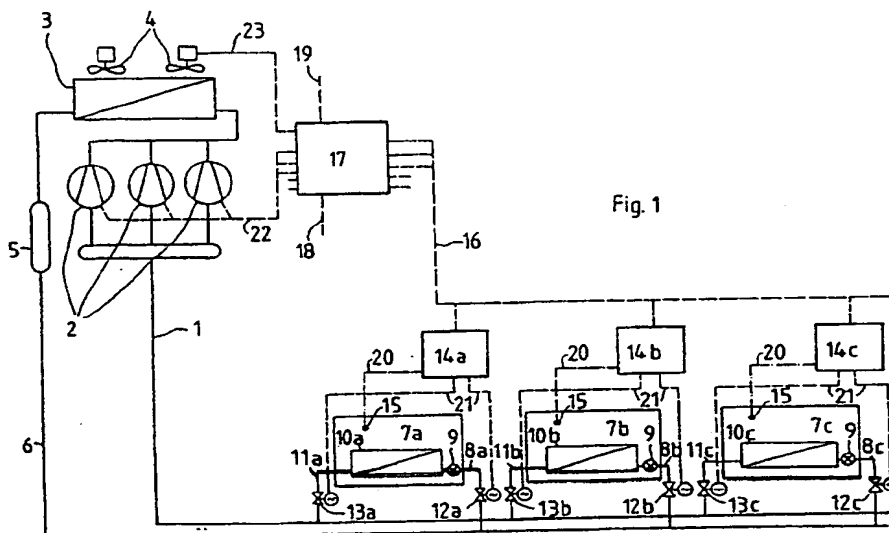
71 Anmelder: Linde Aktiengesellschaft  
Abraham-Lincoln-Strasse 21

## 54 Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage.

57 Es wird ein Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage beschrieben, die mehrere Kälteverbraucher (7a, 7b, 7c) versorgt. Ein Kältemittel wird in einem Kreislauf verdichtet (2), verflüssigt (3), in den verschiedenen Kälteverbrauchern (7a, 7b, 7c) entspannt (9) und verdampft (10) und anschließend wieder in den Kreislauf zurückgeführt (11a, 11b, 11c; 1). Bei

dem Verfahren wird die Leistung der Kälteanlage gesteuert. Erfindungsgemäß wird der momentane Kältebedarf der einzelnen Kälteverbraucher (7a, 7b, 7c) ermittelt und die Leistung der Kälteanlage in Abhängigkeit von der Gesamtheit der ermittelten Kältebedarfswerte eingestellt wird.

EP 0 412 474 A3



Xerox Copy Centre

# BEST AVAILABLE COPY



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

**EP 90 11 5029**

| <b>EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE</b>  |   |                   |  |
|--|---|-------------------|--|
| Kategorie  | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile   | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)       |
| X,Y  | US-A-4 084 388 (NELSON)<br>* Spalte 3, Zeilen 8 - 17; Figur 1 *<br>- - - -  | 1,3,2,5           | F 25 B<br>49/02<br>F 25 B 5/02<br>G 05 D 23/20 |
| Y,A  | US-A-4 487 028 (FOYE)<br>* Spalte 2, Zeile 57 - Spalte 13, Zeile 23; Figuren 1-7 *<br>- - - -                               | 2,5,1,3           |  |
| X,A  | US-A-4 384 462 (OVERMAN ET AL.)<br>* Spalte 4, Zeile 10 - Spalte 12, Zeile 57; Figuren 1-8 *<br>- - - -                     | 1,3,5             |  |
| X  | US-A-3 948 060 (GASPARD)<br>* Spalte 1, Zeile 61 - Spalte 4, Zeile 11; Figur *<br>- - - -                                   | 1,3               |  |
| X  | US-A-2 274 336 (LAMMERS)<br>* Seite 1, rechte Spalte, Zeile 17 - Seite 5, linke Spalte, Zeile 22; Figuren 1, 2 *<br>- - - - | 1,3               |  |
| A  | US-A-4 344 293 (FUJIWARA ET AL.)<br>* Spalte 2, Zeile 29 - Spalte 8, Zeile 22; Figuren 1-9 *<br>- - - - -                   | 4                 |  |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt  |   |                   | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int. Cl.5)       |
|  |   |                   | F 25 B<br>G 05 D                               |
| Recherchenort  | Abschlußdatum der Recherche   | Prüfer            |  |
| Den Haag   | 26 April 91   | BROMAN B.T.       |  |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="margin: 0;"><b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b></p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</p> <p>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</p> <p>A : technologischer Hintergrund</p> <p>O : mchtschriftliche Offenbarung</p> <p>P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="margin: 0;">E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p style="margin: 0;">D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</p> <p style="margin: 0;">L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p style="margin: 0;">&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p> </div> </div> |   |                   |  |